

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-229403

(43)Date of publication of application : 08.10.1987

(51)Int.Cl.

G05B 13/00

(21)Application number : 61-071174

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 31.03.1986

(72)Inventor : KANDA MASAE

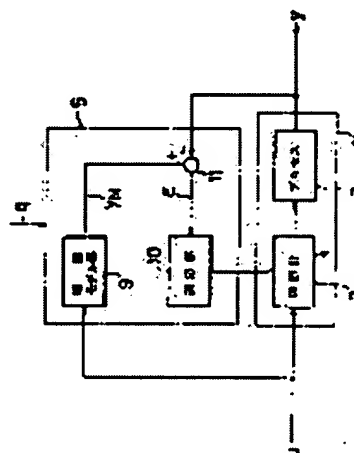
(54) ADAPTIVE CONTROLLER

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain optimum control in accordance with the change in process characteristics by forming an adaptive algorithm from the deviation between a standard model output and a control output in a controlled system, both of which respond to an operation input, and altering and setting a parameter in a controller when the operation appreciation index of a process exceeds a prescribed value in a prescribed period.

CONSTITUTION: When the operation appreciation index of the process 2 exceeds the prescribed value in the prescribed period, the adaptive algorithm is formed which responds to the change in characteristics of the process 2 at all times, from the deviation between the standard model output y_M and the control output (y),

both of which respond to the operation input (u), and parameters in the controller 3 are altered and set. Consequently, parameters in the controller 3 can set the value in response to the characteristic change at all times and always attain the optimum control. The operation of an adaptive means 5 is within the period of receiving the command from a judgement means 4 and it is the case that the deviation ϵ exceeds the threshold, so it attains the optimum control in a timing when the characteristics of the process 2 change.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-229403

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)10月8日

G 05 B 13/00

8225-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 適応制御装置

⑯ 特 願 昭61-71174

⑰ 出 願 昭61(1986)3月31日

⑱ 発 明 者 神 田 雅 江 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝府中工場内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外2名

明 細 書

(従来の技術)

1. 発明の名称

適応制御装置

2. 特許請求の範囲

操作入力を受ける調節計およびこの調節計の操作出力を受けるプロセスを有する被調節系と、少なくともこの被調節系の制御出力を受けてプロセスの動作評価指数を求め、この動作評価指数が所定期間内に所定値以上となった場合に動作指令を送出する判断手段と、前記動作指令を受けている期間動作し前記操作入力に応じた規範モデル出力と前記被調節系の制御出力との偏差から随時前記プロセスの特性変化に応じた適応アルゴリズムを作成して前記調節計のパラメータを変更設定する適応手段とを具備したことを特徴とする適応制御装置。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は適応制御装置の改良に関する。

適応制御装置はプロセスの同定を行なうとともにセルフチューニングレギュレータ(Self-Tuning Regulator=STR)又はモデル規範形適応制御の制御方式を実行してプロセスの特性変化に応じた制御を行なうものである。そこで、セルフチューニングレギュレータは、プロセスの制御出力を所定サンプリング期間毎に受け取って現時点までに受け取った制御出力からプロセスのパラメータを同定法により推定し、この推定値からプロセスを最適に制御するものであり、またモデル規範形適応制御は良好な応答を示す規範モデルを設定し、この規範モデルに従ってプロセスへの操作出力を調節して制御を行なうものである。ところが、このような装置は同定を行なう為にプロセスの制御出力を所定期間毎にサンプリングしてプロセスのパラメータを推定するので、この推定の演算が終了するまでにどうしても時間が掛かってしまう。従って、この演算期間にプロセスの特性が変化してしまうと、プロセス特性変化に対し

て適切に制御できなくなる。

(発明が解決しようとする問題点)

このように従来装置では、適応制御としての機能を十分に発揮することができず、このため経時的に特性が変化するプロセスに対して適切に制御できる装置が要求されている。

そこで本発明は上記問題点を解決すめために、調節計のパラメータを随時変更設定してプロセス特性の変化に応じた最適な制御ができる適応制御装置を提供することを目的とする。

[発明の構成]

(問題点を解決するための手段)

本発明は、操作入力を受ける調節計およびこの調節計の操作出力を受けるプロセスを有する被調節系と、少なくともこの被調節系の制御出力を受けてプロセスの動作評価指数を求め、この動作評価指数が所定期間内に所定値以上となった場合に動作指令を送出する判断手段と、動作指令を受けている期間動作し操作入力に応じた規範モデル出力と被調節系の制御出力との偏差から随時プロ

セスの特性変化に応じた適応アルゴリズムを作成して調節計のパラメータを変更設定する適応手段とを備えて上記目的を達成しようとする適応制御装置である。

(作用)

このような手段を備えたことにより、プロセスの動作評価指数が所定期間内に所定値以上となった場合に、操作入力に応じた規範モデル出力と被調節系の制御出力との偏差から随時プロセスの特性変化に応じた適応アルゴリズムが作成されて調節計のパラメータが変更設定される。

(実施例)

以下、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。

第1図は離散システムとして成る適応制御装置の構成図である。同図において1は被調節系であって、これは操作入力 u を受けてPID(比例・積分・微分)演算を行なって操作出力 v をプロセス2に送出する調節計3およびプロセス2から成っている。なお、調節計3は伝達関数 $G(s)$ を

近似的に表わすと、

$$G(s) = K_p (1 + (1/T_i) + T_d s) \quad \dots (1)$$

となる。ここで、 K_p は比例感度、 T_i は積分時間、 T_d は微分時間の各パラメータである。判断手段4は被調節系1の出力すなわちプロセス2の制御出力 y 、操作出力 v および動作評価指数の基準信号 i を受けてプロセス2の動作評価指数を求め、この動作評価指数が所定期間内に基準信号 i 以上となった場合に動作指令 q を適応手段5へ送出する機能を持ったものである。なお、動作評価指数はプロセス2の性能を評価する値又はその値の集合であって、例えば次式により表わされる。

$$J = \int_0^{\infty} t |y| dt \quad \dots (2)$$

具体的には第2図に示すように基準信号 i 、制御出力 y および操作出力 v を入力する信号入力部6と、動作評価指数を演算し求める動作指数演算部7と、求められたプロセス2の動作評価指数と基

準信号 i とを比較してプロセス2の動作評価指数が大きい場合に動作指令 q を送出する適応入力演算部8とから構成されている。適応手段5は、動作指令 q を受けた期間動作状態となり、操作入力 v に応じた規範モデル出力と制御出力 y との偏差(誤差) e を求め、この偏差 e から随時プロセス2の特性(パラメータ)変化に応じた適応アルゴリズムを作成して調節計3の各パラメータ K_p 、 T_i 、 T_d を変更設定するものである。具体的な構成は第3図に示す如く規範モデルが予め設定された規範モデル部9と、この規範モデル9から出力される操作入力 u に応じた規範モデル y_m と制御出力 y との偏差 e を受けてプロセス2の特性変化に応じた適応アルゴリズムを作成し、この適応アルゴリズムにより調節計3の各パラメータ K_p 、 T_i 、 T_d を変更設定する適応部10とから構成されている。

次に上記の如く構成された装置の作用について第4図に示す適応制御フローチャートに従って説明する。判断手段4はプロセス2の制御出力 y 、

操作用出力 v および判断の基準信号 i を受けてプロセス2の動作評価指数を求め、この動作評価指数が所定期間内に基準信号 i 以上となった場合に動作指令 q を適応手段5へ送出する。さて、この適応手段5が動作状態となると、ステップs1において規範モデル部9が規範モデル y_m を算出する。つまり、この規範モデル y_m は、

$$y_m(k) = a_1 \cdot y_m(k-1) + a_2 \cdot y_m(k-2) + b_1 \cdot u(k-1) \quad \dots (3)$$

で表わされる。ここで、 $y_m(k)$ は時刻 k における規範モデル部9の出力、 $u(k)$ は時刻 k における規範モデル部9への操作入力、 a_1 、 a_2 、 b_1 は規範モデル部9のパラメータである。

そして、ステップs2において規範モデル出力 y_m は偏差器11に送られて制御出力 y との偏差 ε が求められる。この偏差 ε は次のように求められる。

ここで、被調節系1の制御出力 $y(k)$ および

$$\varepsilon^0(k) = y_m(k) - y^0(k) \quad \dots (7)$$

となる。

次にステップs3において適応部10は偏差 $\varepsilon(k)$ がしきい値 EPS 以上であるかを判断し、しきい値以下であればステップs4に移って調節計3の各パラメータ K_p 、 T_i 、 T_d を変更せずに調節計3から操作用出力 v を送出させる。

ところが、偏差 $\varepsilon(k)$ がしきい値以上であれば、ステップs5に移ってプロセス2の特性が変化したとして調節計3の各パラメータ K_p 、 T_i 、 T_d を変更設定する。この変更設定は次の通りに行われる。つまり、適応信号 $\alpha_1(k)$ とその暫定値 $\alpha_1^0(k)$ は、現時点までの偏差 ε の合計を求めて、

$$\alpha_1(k) = \varepsilon(k) + \sum_{i=1}^r C_i \varepsilon(k-i) \quad \dots (8)$$

$$\alpha_1^0(k) = \varepsilon(k) + \sum_{i=1}^r C_i \varepsilon(k-i) \quad \dots (9)$$

となる。なお、 C_i は係数であり、また次数 r は

時刻 $k-1$ における被調節系1の暫定値を y^0

(k) とすると、

$$y(k) = \hat{a}_1(k) \cdot y(k-1) + \hat{a}_2(k) \cdot y(k-2) + \hat{b}_1(k) \cdot u(k-1) \quad \dots (4)$$

$$y^0(k) = \hat{a}_1(k-1) \cdot y(k-1) + \hat{a}_2(k-1) \cdot y(k-2) + \hat{b}_1(k-1) \cdot u(k-1) \quad \dots (5)$$

と表わされる。ただし、 $\hat{a}_1(k)$ 、 $\hat{a}_2(k)$ 、 $\hat{b}_1(k)$ は時刻 k における被調節系1のパラメータである。なお、暫定値 $y^0(k)$ は離散時間システムの場合問題となる1ステップ遅れに対処するためのものである。

従って、前記偏差器11から送出される偏差 ε は、

$$\varepsilon(k) = y_m(k) - y(k) \quad \dots (6)$$

プロセス2等に応じて設定される。そして、実施可能な適応則は上記第(4)式および第(5)式を用いて次式のように表わされる。

$$\hat{a}_1(k) = \hat{a}_1(k-1) + \Gamma a_1(\alpha_1^0(k)) - \sum_{l=0}^k \Gamma a_1(\alpha_1^0(l)) + \hat{a}_1(-1) \quad \dots (10)$$

$$\hat{b}_1(k) = \hat{b}_1(k-1) + \Gamma b_1(v^0(k)) - \sum_{l=0}^k \Gamma b_1(v^0(l)) + \hat{b}_1(-1) \quad \dots (11)$$

従って、適応部10は上記第(10)式および第(11)式を演算してその結果を調節計3へ送出する。これにより、調節計3は各パラメータ K_p 、 T_i 、 T_d を変更設定する。かくして、偏差 $\varepsilon(k)$ が「0」に近付くように調節計3の各パラメータ K_p 、 T_i 、 T_d が変更設定されて規範モデル y_m に近似した制御が行われる。

このように上記一実施例においては、プロセス2の動作評価指数が所定期間内に所定値以上となった場合に、操作入力 u に応じた規範モデル出力 y_m と制御出力 y との偏差 ε から随時プロセス2の特性変化に応じた適応アルゴリズムが作成され

て調節計3の各パラメータが変更設定されるので、この調節計3の各パラメータは随時プロセス2の特性変化に応じた値に設定できて常に最適な制御ができる。また、適応手段5の動作は判断手段4からの動作指令を受けている期間内にかつ偏差 e がしきい値以上となった場合なので、プロセス2の特性が変化するタイミングで適応制御ができる。さらに、離散システムに限定されず連続システムにも適用でき、特にディジタルコンピュータを使用する場合は数ある適応アルゴリズムを適用してプロセスに最適な制御ができる。

なお、本発明は上記一実施例に限定されるものではなく、その主旨を逸脱しない範囲で変形できる。例えば、第5図に示すように評価関数部12を設け、この評価関数部12において目標値 Q と制御出力 y との偏差 e を用いて、

$$J1 = \int_0^{\infty} t |e| dt$$

なる演算を実行してこの $J1$ を適応手段13に送

出する。この適応手段13は評価関数 $J1$ を最小とするように調節計3の各パラメータ Kp 、 Ti 、 Td を変更設定するように構成してもよい。なお、評価関数 $J1$ を最小とする方法は最小2乗法や試行錯誤法等がある。また、評価関数部12は次の評価関数 $J2$ 、 $J3$ を用いてもよい。

$$J2 = \int_0^{\infty} |e| dt$$

$$J3 = \int_0^{\infty} e^2 dt$$

〔発明の効果〕

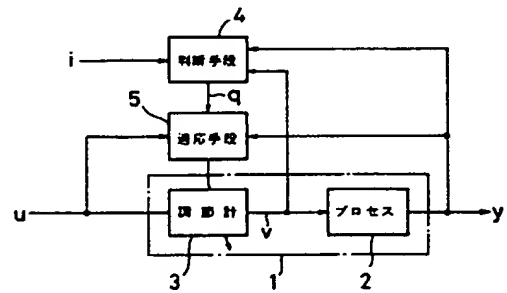
以上詳記したように本発明によれば、調節計のパラメータを随時変更設定してプロセス特性の変化に応じた最適な制御ができる適応制御装置を提供できる。

4. 図面の簡単な説明

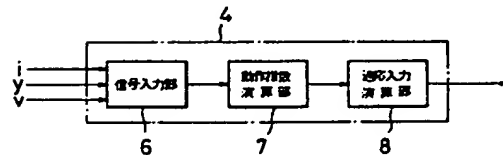
第1図ないし第3図は本発明に係わる適応制御装置の一実施例を示す構成図であって、第1図は全体構成図、第2図は判断手段の具体的な構成図、

第3図は適応手段の具体的な構成図、第4図は本発明装置の適応動作フローチャート、第5図は本発明装置の変形例を示す図である。

1…被調節系、2…プロセス、3…調節計、4…判断手段、5…適応手段、6…信号入力部、7…動作指数演算部、8…適応入力演算部、9…規範モデル部、10…適応部。

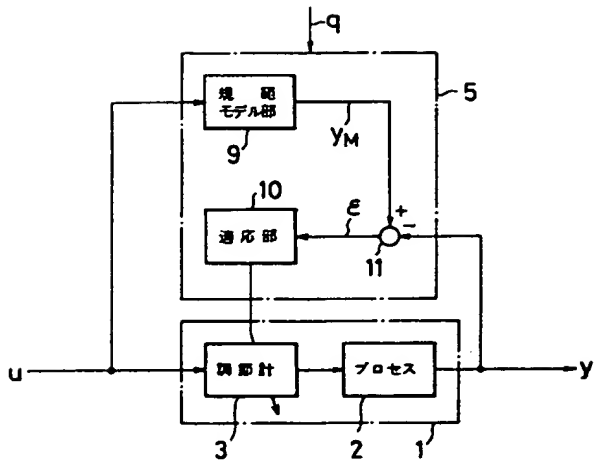


第1図

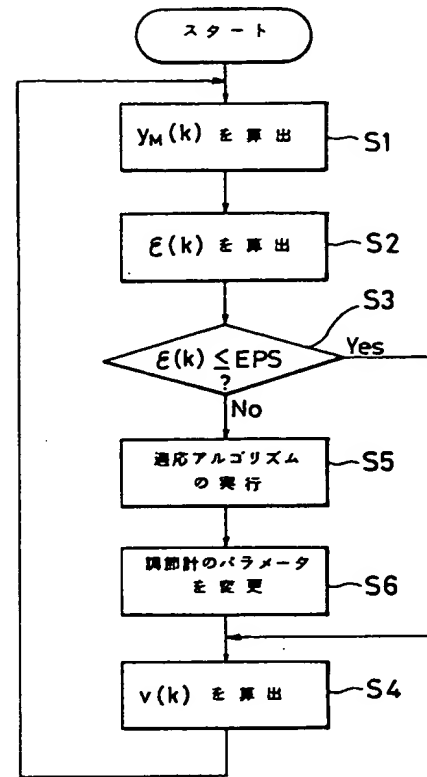


第2図

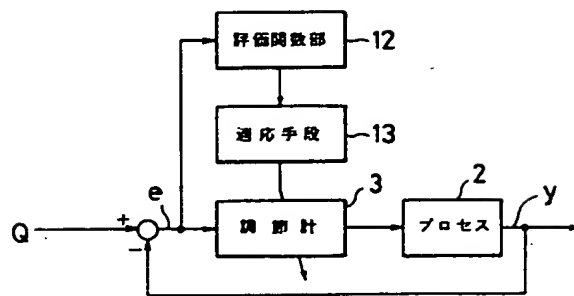
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



第 3 図



第 4 図



第 5 図